



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Estudio del comportamiento de mezclas asfálticas usando pavimento reciclado
con emulsión asfáltica y cemento portland en Jicamarca-Huarochirí, 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Harly López Trigos

ASESORES:

Dra. María Ysabel García Álvarez

Mg. Luis Díaz Huiza

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial


LIMA – PERÚ

2018

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) Harly López Trigoso cuyo título es: "Estudio del comportamiento de mezclas asfálticas usando pavimento reciclado con emulsión asfáltica y cemento portland en Jicamarca-Huarocharí, 2018"

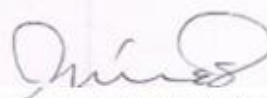
Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 1.7.... (número) Dresasete.....(letras).

Lima 11 de Julio del 2018



.....
Dra. MARÍA YSABEL GARCÍA ALVAREZ

PRESIDENTE



.....
Mg. ESPINOZA SANDOVAL JAIME HEMAN

SECRETARIO



.....
Mg. DÍAZ HUIZA LUIS HUMBERTO

VOCAL



Elaboró

Dirección de
Investigación

Revisó

Responsable del SGC



Aprobó

Vicerectorado
de Investigación

Dedicatoria

Dedico este Desarrollo de proyecto de tesis, en primer lugar a Dios y a mis familiares por brindarme su apoyo y confianza, ya que son el motor que me impulsa para poder seguir a delante.

Agradecimiento

Agradecer primeramente a Dios, por darme la fortaleza y el coraje para continuar, a mis padres por ser el apoyo incondicional y estar siempre de mi lado sin importar las circunstancias y a mi asesor el Mg. Luis Díaz Huiza, por su apoyo diario para sacar a delante el proyecto.

Declaratoria de Autenticidad

Yo Harly López Trigos con DNI N° 71109329 y a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que presento en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 24 de Mayo de 2018



Harly López Trigos

DNI: 71109329

Presentación

Señores miembros del jurado, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Estudio del comportamiento de mezclas Asfálticas usando pavimento reciclado con emulsión asfáltica y cemento portland en Jicamarca-Huarochirí 2018”, cuyo objetivo fue Evaluar el comportamiento de mezclas asfálticas usando pavimento reciclado con emulsión asfáltica y cemento portland en Jicamarca - Huarochirí 2018, y que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. La investigación consta de seis capítulos. En el primer capítulo se explica diferentes marcos teóricos, así como también algunos conceptos relacionados al tema, explicando sustancialmente los pasos a seguir para la realización de la misma; en el segundo capítulo se muestra conceptos detallados de los distintos procedimientos o ensayos realizados para obtener una mezcla asfáltica que cumpla o supere los parámetros de una mezcla convencional, en el tercer capítulo se detalla los resultados obtenidos a raíz de los ensayos pertinentes que se realizó, tales como; Ensayos de rigor, Estabilidad Marshall, Contenido de humedad, entre otros. En el cuarto capítulo se discute los resultados obtenidos a través de los diferentes ensayos realizados en laboratorio. En el quinto capítulo se presenta en base a todo el estudio desarrollado las conclusiones, demostrando satisfactoriamente que el pavimento reciclado es un material muy útil y de fácil acceso para realizar un diseño de mezclas que cumpla con los estándares que demanda la norma. En el sexto capítulo se detalla las recomendaciones basándose en toda la metodología de estudio e investigación en la que se puede apreciar paso a paso nuestras ventajas y desventajas a lo largo del presente proyecto.



Harly Lopez Trigos

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo estudiar el comportamiento de mezclas asfálticas usando pavimento reciclado con emulsión asfáltica y adición de cemento portland.

El pavimento que recubre calles y avenidas es una estructura de capas consolidadas con material pétreo, es decir procedentes de canteras rocosas mezcladas con sustancias derivadas del petróleo, estos pavimentos debido a su envejecimiento van perdiendo sus propiedades iniciales, por lo cual necesitarían un cambio inmediato.

Hoy en día, el uso del RAP, por sus siglas en inglés (Reclaimed Asphalt Pavement), a través de los años se ha ido convirtiendo en un material muy solicitado debido a que reduce la producción de escombros y optimiza los recursos naturales, de esa forma contribuye al cuidado del medio ambiente, por otro lado el RAP es considerado un material de desecho en las infraestructuras viales, por lo tanto resulta muy económico restablecer sus propiedades iniciales con métodos no convencionales como el que estamos estudiando en el presente proyecto.

El RAP que se va a emplear en nuestro proyecto es reciclado 100% producto del fresado, sometido a ensayos de granulometría, para caracterizarlo como material granular propiamente dicho, lavado asfáltico, teníamos que verificar que porcentaje de asfalto residual presentaba el RAP, para adicionarlo la proporción exacta que nos faltaba para poder hacer un buen diseño de mezcla, realizando dichos ensayos analizamos el comportamiento del mismo, considerando la adición de cemento portland como ligante para mejorar la resistencia de la misma.

Palabras clave: Pavimento reciclado, Medio Ambiente, Recursos naturales, material de desecho.

Abstract

The objective of the research is to study the behavior of asphalt mixtures using recycled pavement with asphalt emulsion and addition of portland cement.

The pavement that covers streets and avenues is a structure of consolidated layers with stony material, that is to say coming from rock quarries mixed with substances derived from petroleum, these pavements due to their aging lose their initial properties, for which they would need an immediate change.

Today, the use of RAP, for its acronym in English (Reclaimed Asphalt Pavement), over the years has been becoming a highly sought after material because it reduces the production of debris and optimizes natural resources, from that On the other hand, the RAP is considered a waste material in the road infrastructure, therefore it is very economical to restore its initial properties with unconventional methods like the one we are studying in this project.

The RAP that will be used in our project is 100% recycled product from the milling, subjected to granulometry tests, to characterize it as granular material itself, asphalt washing, we had to verify what percentage of asphalt contains the RAP, to add the proportion Exactly what we lacked to be able to make a good mix design, performing these tests we analyze the behavior of the same, we consider the addition of Portland cement as a binder to improve the strength of the mixture.

Keywords: Recycled pavement, Environment, Natural resources, waste material.

ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria.....	II
Agradecimiento.....	III
Declaratoria de Autenticidad	IV
Presentación.....	V
Resumen	VI
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad Problemática	3
1.2. Trabajos Previos.....	4
1.3. Teorías Relacionadas Al Tema	7
1.4. Formulación del problema	15
1.5. Justificación del estudio	16
1.6. Hipótesis	17
1.7. Objetivos.....	17
II. MÉTODO	19
2.1. Diseño de la investigación	20
2.2. Variables, operacionalización.....	21
2.3. Matriz de Operacionalización de las variables	23
2.4. Población y muestra	24
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	24
2.6. Método de análisis de datos	26
2.7. Aspectos éticos.....	26
III. RESULTADOS	27

IV.	DISCUSIÓN	59
V.	CONCLUSIONES	62
VI.	RECOMENDACIONES	65
VII.	REFERENCIAS	67
VIII.	Bibliografía	68
	ANEXOS	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Granulometría tomada en cuenta para el reciclaje de pavimentos (Gradación B)	10
Tabla 2 Nomenclatura para emulsión asfáltica	12
Tabla 3 Requerimientos de Emulsiones asfálticas catiónicas	14
Tabla 4 Matriz de operacionalización de la variable	23
Tabla 5 Método de Illinois	36
Tabla 6 Resultados % asfalto residual vs % vacíos totales	49
Tabla 7 % de asfalto residual vs % humedad absorbida	50
Tabla 8 % de asfalto residual vs Densidad seca Bulk	51
Tabla 9 Humedad óptima de compactación (%) vs Estabilidad (kg-f)	52
Tabla 10 Resultados de tracción indirecta	56
Tabla 11 Parámetros que debe cumplir una mezcla con contenido de emulsión	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pavimento Reciclado	8
Figura 2. Fresadora de pavimentos	9
Figura 3. Fresado del pavimento	11
Figura 4. Esquema de una emulsión	12
Figura 5. Mezcla asfáltica	13
Figura 6. Efecto del cemento portland sobre el módulo de rigidez de las mezclas frías	15
Figura 7 Curva granulométrica del RAP	28
Figura 8. Selección de muestra para diseño de mezcla	29
Figura 9. Curva granulométrica con los parámetros requeridos	29
Figura 10. Gradación con parámetros establecidos por norma.....	30
Figura 11. Realizando el peso de la muestra	30
Figura 12. Gradación corregida para diseño	31
Figura 13. Curva granulométrica ajustada a especificaciones de la norma	31
Figura 14. Diferencias entre gradaciones tipo A Y B.....	32
Figura 15. Granulometría obtenida posterior a lavado asfáltico.....	33
Figura 16. Ensayo Equivalente de arena Norma MTC E-114.....	34
Figura 17. Ensayo de gravedad específica y absorción	35
Figura 18. Homogenizando la mezcla	37
Figura 19. Cobertura de la mezcla	38
Figura 20. Gráfica de porcentaje de cobertura vs porcentaje de cemento	38
Figura 21. Mezclas con diferentes adiciones de cemento portland	39
Figura 22. Muestras listas para secado a temperatura ambiente	40
Figura 23. Humedad óptima de compactación	40
Figura 24. Resultado de Estabilidad	41
Figura 25. Compactación de la mezcla	41
Figura 26. Gráfica del porcentaje óptimo de humedad.....	42
Figura 27. Moldes compactados	42
Figura 28. Deformación de briquetas Marshall.	43
Figura 29. Deformación de briquea	43

Figura 30. Resultados de diseño variando porcentajes de emulsión	44
Figura 31. Briquetas por cada punto de estudio	45
Figura 32. Tabla de resumen de rotura de briquetas	45
Figura 33. Briquetas sometidas a saturación	46
Figura 34. Estabilidad húmeda y seca vs contenido de asfalto %	47
Figura 35. Gráfica del % de asfalto residual vs % de cambio de estabilidad	47
Figura 36. Resultados de Estabilidad Vs Asfalto Residual	48
Figura 37. % de vacíos totales vs % Asfalto residual	48
Figura 38. % de asfalto residual vs % de humedad absorbida	49
Figura 39. Densidad seca Bulk vs % Asfalto residual	50
Figura 40. Estabilidad vs % cont. Humedad de compactación	51
Figura 41. Carga aplicada y rotura de briqueta debido a la tracción indirecta	52
Figura 42. Ensayo de Tracción Indirecta de briqueta adicionando 1.5% (óptimo) Cemento Portland	53
Figura 43. Línea de tendencia TSR(%) vs Filler (%)	56
Figura 44. Briqueta sometida a rotura por tracción indirecta.	57

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.....	71
Anexo 2. Instrumento de recolección de datos	72
Anexo 3. Instrumento de recolección de datos	73
Anexo 4. Análisis Granulométrico modificado	74
Anexo 5. Gravedad Específica y Absorción.....	75
Anexo 6. Ensayo de Equivalente de Arena	76
Anexo 7. Análisis Granulométrico Global	77
Anexo 8. Diseño de Mezclas en Frío, Adicionando 1.5% CP	78
Anexo 9. Diseño de Mezclas en frío adicionando 1% de CP	79
Anexo 10. Informe de Laboratorios, Diseño de Mezclas en Frío Método Marshall	80
Anexo 11. Informe de Laboratorio, Diseño de Mezclas en Frío, Metodología Marshall.....	81
Anexo 12 Informe de Laboratorio, Diseño de Mezclas en Frío, Metodología Marshall.....	82
Anexo 13. Informe de Laboratorio, Diseño de Mezclas en Frío, Metodología Marshall.....	83
Anexo 14. Gráficos de Estabilidad Marshall, Diseño de Mezclas en Frío	84
Anexo 15. Resultados de Estabilidad y Flujo Marshall.....	85
Anexo 16. Ensayo de Tracción Indirecta, Adicionando 0.5% de CP	86
Anexo 17. Ensayo de Tracción Indirecta, adicionando 1.0% CP	87
Anexo 18. Ensayo de Tracción Indirecta, Adicionando 1.5% CP	88
Anexo 19. Inspección de lugar a recolectar el RAP	89
Anexo 20. Fresado de Pavimento	89
Anexo 21. Recojo de muestra, Producto del Fresado	90
Anexo 22. Maquinarias trabajando en la obtención de RAP	90
Anexo 23. Transporte de RAP a Laboratorio	91
Anexo 24. Material RAP en Laboratorio.....	91
Anexo 25. Trabajo de campo para obtener el RAP	92
Anexo 26. Emulsión Asfáltica	92
Anexo 27. Obtención de Emulsión Asfáltica en TDM	93
Anexo 28. Ensayo para verificar la calidad de la Emulsión Asfáltica.....	93
Anexo 29. Lavado de Tamiz para observar el porcentaje de partículas retenidas	94
Anexo 30. Preparación de muestra para tamizado	94

Anexo 31. Muestra Tamizada separada por tamaño	95
Anexo 32. Muestras listas para empezar con el diseño	95
Anexo 33. Granulometría tipo A y tipo B	96
Anexo 34. Proceso de homogenización de muestras	96
Anexo 35. Premezcla para observar el comportamiento	97
Anexo 36. Premezclado de muestra más 7.6% de emulsión teórico	97
Anexo 37. Grupo de mezclas con distintas adiciones de emulsión	98
Anexo 38. Mezcla con 0% de agua	98
Anexo 39. Diferentes mezclas con las dos gradaciones A y B	99
Anexo 40. Compactadora Marshall	99
Anexo 41. Muestra compactada	100
Anexo 42. Equipo de compresión Marshall	100
Anexo 43. Determinando estabilidad y flujo de briqueta	101
Anexo 44. Ensayo de Tracción Indirecta (Lottman)	101
Anexo 45. Briqueta sometida a tracción Indirecta	102
Anexo 46. Briqueta rota posterior a ensayo de tracción indirecta	102
Anexo 47. Ficha Técnica de emulsión asfáltica	103
Anexo 48. Control de calidad emulsión asfáltica	104